

**PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN
PASIR ANTARA SIMULASI SOLIDCAST DAN EKSPERIMEN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

RYAN CHOLIF NUR ABSHOR

D 200 160 095

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMANAN PERSETUJUAN

**PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN
PASIR ANTARA SIMULASI SOLIDCAST DAN EKSPERIMEN
PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh :



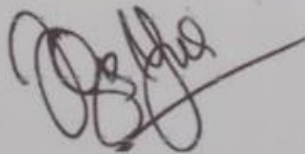
RYAN CHOLIF NUR ABSHOR

D 200 160 095

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen

Pembimbing



Agus Yulianto S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN PASIR ANTARA SIMULASI SOLIDCAST DAN EKSPERIMEN

OLEH

RYAN CHOLIF NUR ABSHOR

D 200 160 095

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Sabtu, 24 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penji :

1. Agus Yulianto S.T., M.T. (.....)
2. Patna Partono, S.T., M.T. (.....)
3. Joko Sedyono, S.T,M.Eng, Ph.D (.....)



Dekan Fakultas Teknik

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK/NIDN: 0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 Agustus 2021

Penulis



Ryan Cholif Nur Abshor

D 200 160 095

PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN PASIR ANTARA SIMULASI SOLIDCAST DAN EKSPERIMEN

Abstrak

Pengecoran adalah proses menghasilkan logam menjadi bentuk yang ditentukan dengan cara melebur logam padat menjadi bentuk cair, menuangkannya ke dalam cetakan dan membiarkannya mengeras sesuai bentuk yang diinginkan. Pada penelitian menggunakan proses sand casting dan simulasi menggunakan software SolidCast dengan material FC25. Hasil uji kekerasan pada bagian atas sebesar 123,826 HV, bagian tengah sebesar 168,847 HV, dan bagian bawah sebesar 132,6 HV. Temperatur tertinggi pada pengecoran memiliki nilai masing-masing yaitu, T1 sebesar 1023,75 °C, T2 sebesar 1023,75 °C, T3 sebesar 1023,75 °C, dan hasil simulasi Ts sebesar 1023 °C. Proses penurunan temperatur dihitung hingga 80 menit dengan temperatur masing-masing yaitu, T1 sebesar 370,75 °C tetap menjadi penurunan suhu yang tertinggi, T2 sebesar 362,75 °C, T3 sebesar 330,25 °C dan hasil simulasi Ts sebesar 330 °C.

Kata Kunci : Laju Pendinginan, Cetakan pasir, SolidCast

Abstract

Casting is the process of producing metal into a specified shape by melting solid metal into a liquid form, pouring it into a mold and allowing it to harden to the desired shape. In this research, using sand casting process and simulation using SolidCast software with FC25 material. The results of the hardness test at the top is 123.826 HV, the middle part is 168.847 HV, and the bottom part is 132.6 HV. The highest temperature at casting has their respective values, namely, T1 of 1023.75 °C, T2 of 1023.75 °C, T3 of 1023.75 °C, and the simulation results of Ts of 1023 °C. The process of reducing the temperature is calculated up to 80 minutes with each temperature, namely, T1 of 370.75 °C remains the highest temperature drop, T2 is 362.75 °C, T3 is 330.25 °C and the simulation result of Ts is 330°C.

Keywords : Cooling rate, Sand casting, SolidCast

1 PENDAHULUAN

Besi cor kelabu adalah besi cor yang paling banyak di gunakan dalam dunia pengecoran. Besi cor kelabu dapat ditingkatkan sifat – sifat mekanisnya dengan melakukan penambahan paduan yang sesuai. Pembuatan besi cor ini membutuhkan karbon, silikon dan mangan, untuk karbon dan silikon memegang peranan penting untuk membentuk kualitas besi cor. Proses pembekuan pun sangat berpengaruh terhadap struktur mikro (Shafi'i, 2017)

Salah satu proses dalam dunia pengecoran yaitu menggunakan cetakan pasir, atau disebut juga Sand casting hampir semua logam bisa dituang ke cetakan pasir, cetakan ini juga dapat digunakan untuk bahan dengan titik didih tinggi seperti nikel, baja dan titanium. Agar hasil proses sand cast maksimal maka terlebih dahulu dilakukan simulasi, salah satu software simulasi yaitu Solidcast, agar pendinginan dan cacat dapat diketahui dan diminimalisir ketika proses sand casting dilakukan (Logam Ceper, 2014)

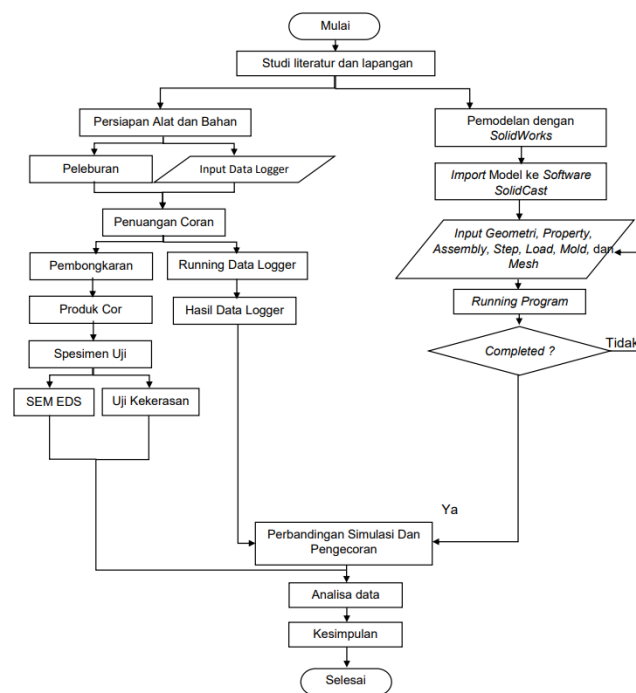
Laju pendinginan pada pengecoran cetakan pasir bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh material cair yaitu FC25 yang dituang sampai menjadi solid. Untuk

mengetahui laju pendinginan pada pengecoran cetakan pasir menggunakan alat termokopel yang dipasang pada cetakan, data logger juga diperlukan untuk mencatat data laju pendinginan yang ditangkap oleh termokopel (Priyono, 2019)

Software simulasi ini membantu proses perancangan coran dan membantu menganalisis logam coran. Karena perancangan coran yang tepat merupakan salah satu faktor yang menentukan hasil dari produk yang akan dibuat. Dari uraian latar belakang tersebut maka akan dilakukan penelitian dengan judul “PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN PASIR ANTARA SIMULASI SOLIDCAST DAN EKSPERIMEN ”.

2 METODE

2.1 Langkah Penelitian



Gambar 1. Diagram alir

2.2 Alat Penelitian

1. Software SolidCAST
2. Gerinda Potong
3. Cetakan
4. Tungku
5. Kowi
6. Kompor

7. Termokopel
8. Data Logger
9. Laptop
10. Jangka Sorong
11. Amplas
12. Tumbukan
13. Timbangan
14. Mesin Polish
15. Pola Kayu
16. Alat Uji Struktur Mikro

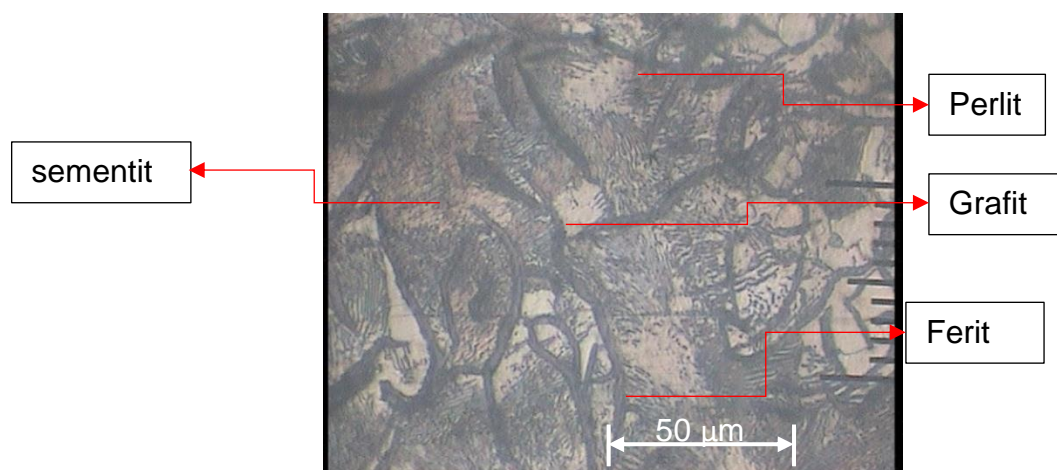
2.3 Bahan Penelitian

1. Besi FC25
2. Pasir Cetak (Green Sand)
3. Larutan Etsa (Naoh dan Aquades)
4. Pasir Resin

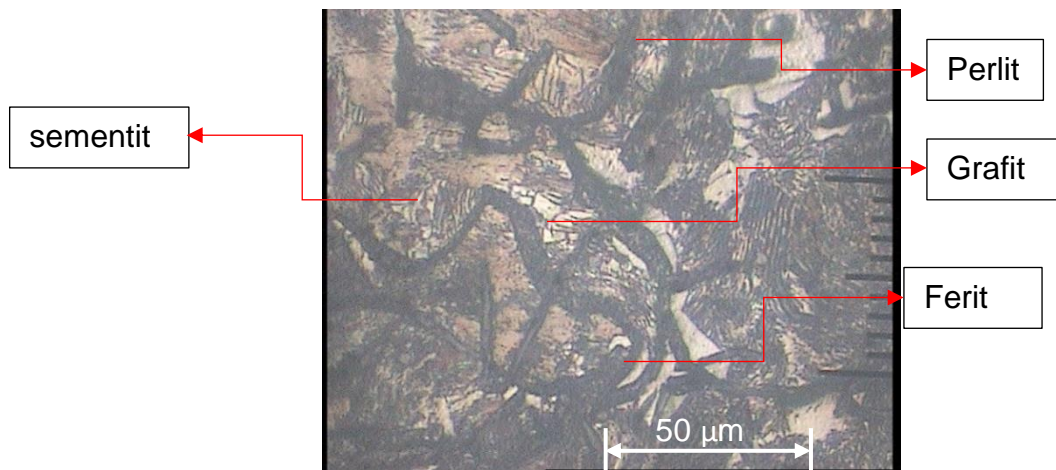
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Stuktur Mikro

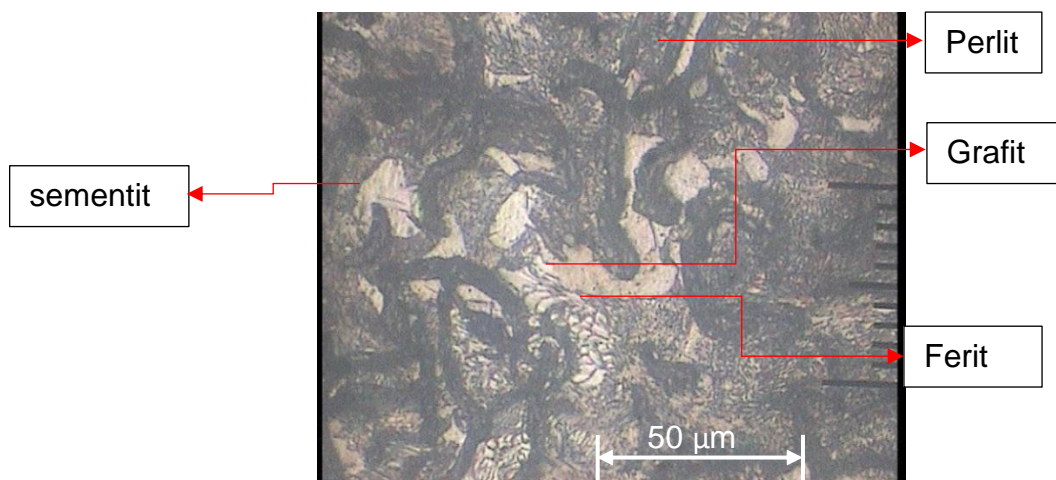
Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengamati bentuk, ukuran dan penyebaran butiran pada specimen. Berikut ini adalah hasil pengujian struktur mikro dengan pembesaran 200x:



Gambar 2. Struktur mikro A1 (bawah) cetakan pasir



Gambar 3. Struktur mikro B1 (tengah) cetakan pasir



Gambar 4. Struktur mikro C1 (atas) cetakan pasir

3.1.1 Hasil Pengujian *Spectrometer*

Pengujian komposisi kimia dilakukan di Laboratorium CV. KARYA HIDUP SENTOSA (QUICK), Yogyakarta dengan menggunakan alat uji Spectrometer (thermos ARL 3560 OES). Pada pengujian komposisi ini alat dapat melakukan pembacaan secara otomatis sehingga terdeteksi beberapa jenis unsur kimia. Berikut adalah data dari hasil komposisi kimia pada pengecoran besi FC25 dengan campuran Si dan Mn.

Table 1. Data Hasil Uji Komposisi Kimia Campuran Si Mn

Unsur	(%)
Fe	90,24
C	4,4766
Si	>3,5723
Cr	0,8952
Mn	0,4422
Cu	0,0973
S	0,0793
P	0,0793
Ni	0,0464

Al	0,0224
Ti	0,022
Sn	0,0183
Zn	0,0088
Mo	0,0087
W	0,0062
Pb	0,0016
Ca	0,0000

Berdasarkan hasil pengujian pada raw material besi FC25 tabel 1 tersebut terdapat 17 unsur paduan, dimana terdapat 5 unsur paduan yang paling dominan yaitu Carbon (C) 4,4766%, Silikon (Si) >3,5723%, Mangan (Mn) 0,4422%, Crome (Cr) 0,8952% dan Besi (Fe) 90,24%. Unsur yang paduan yang paling besar adalah paduan Silikon (Si) >3,5723%. Silikon (Si) >3,5723% mempunyai pengaruh terhadap kekerasan hasil pengecoran besi FC25.

Table 2. Data Hasil Uji Komposisi Kimia Non Campuran Si Mn

Unsur	Persentase Unsur (%)
Fe	93,25
C	3,7854
Si	2,0277
Mn	0,4741
Cu	0,1146
Cr	0,0887
P	0,0831
S	0,0756
Ni	0,0352
Sn	0,0215
Ti	0,0198
Mo	0,0083
W	0,0063
Al	0,006
Zn	0,0052
Pb	0,0011
Ca	0,000

Berdasarkan hasil pengujian pada raw material besi FC25 tabel 4.1 tersebut terdapat 17 unsur paduan, dimana terdapat 5 unsur paduan yang paling dominan yaitu Carbon (C) 3,7854%, Silikon (Si) 2,0277%, Mangan (Mn) 0,4741%, Tembaga (Cu) 0,1146% dan Besi (Fe) 93,25%. Unsur yang paduan yang paling besar adalah paduan Carbon (C) 3,7854%. Carbon (C) 3,7854% mempunyai pengaruh terhadap kekerasan hasil pengecoran besi FC25.

3.1.2 Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan dengan metode Vickers dengan standart ASTM E92 yang dilakukan sebanyak tiga titik pada tiap sampelnya. Table 2 adalah hasil nilai uji kekerasan yang ditulis dalam skala HV.

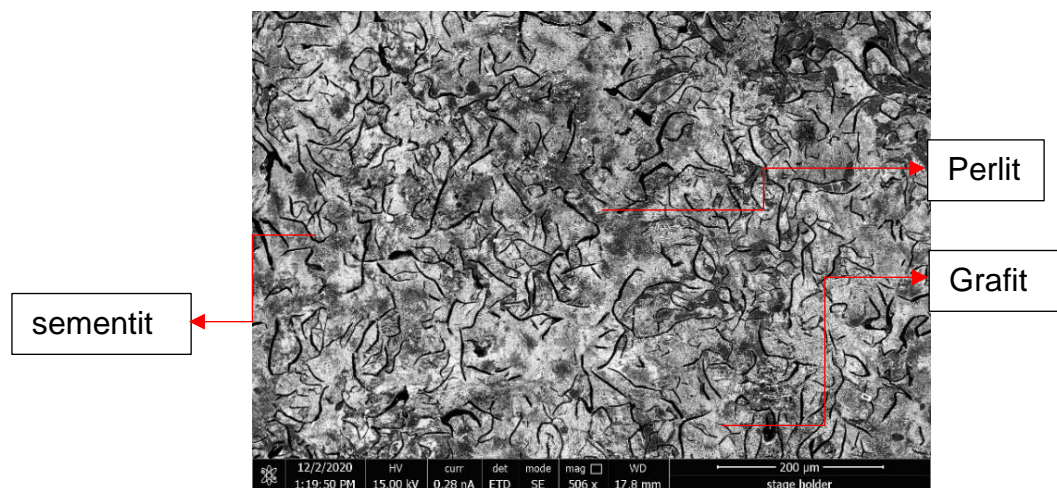
Table 3. Hasil Uji Kekerasan *Vickers*

Posisi	Nilai Kekerasan (HV)	Rata-Rata (HV)
Atas	123.49	123.826667
	123.22	
	124.77	
Tengah	169.34	168.846667
	168.65	
	168.55	
Bawah	133.7	132.6
	132.44	
	131.66	

Hasil uji kekerasan pada bagian atas sebesar 123,826 HV, bagian tengah sebesar 168,847 HV, dan bagian bawah sebesar 132,6 HV. Pada bagian atas dan bawah memiliki nilai kekerasan lebih rendah dibandingkan bagian tengah dikarenakan pada bagian atas dan bawah logam proses pendinginan berlangsung lebih cepat dibandingkan pada bagian tengah logam. Proses pendinginan pada material logam mempengaruhi terbentuknya fasa pada material logam.

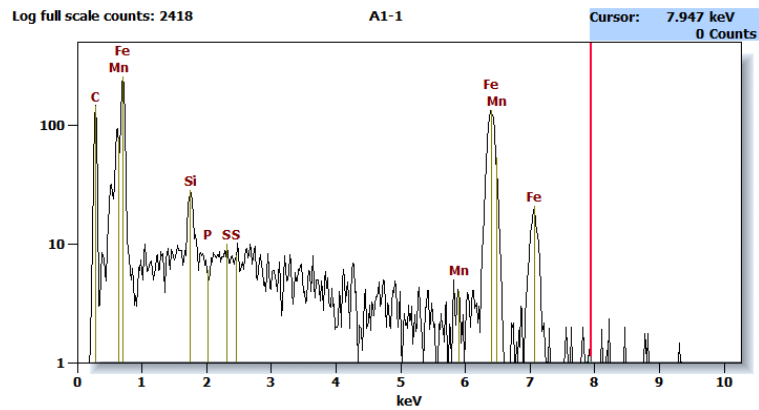
3.1.3 Data Hasil Uji SEM-EDS

Pengujian struktur mikro menggunakan alat SEM-EDS terhadap material besi cor kelabu dengan menggunakan cetakan pasir dilakukan pada daerah fasa yang mengandung Fe, Si, Mn, C, S, P. Gambar berikut adalah hasil uji SEM pada besi cor kelabu pada bagian atas, tengah, dan bawah cetakan pasir.



Gambar 5. Hasil Uji SEM Pada Bagian T1 (Bawah) pada cetakan pasir

Gambar 5. adalah adalah hasil uji *EDS (Energy Dispersive Spectroscopy)* bagian T1 (Bawah)



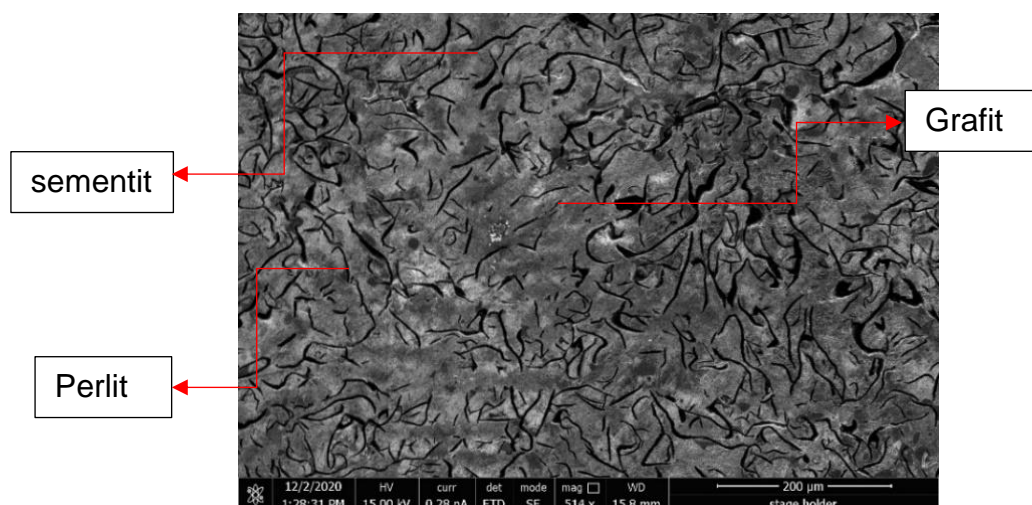
Gambar 6. Gambar Spektrum EDS T1 (Bawah)

Dari grafik spectrum dapat dijelaskan pada Tabel 4 spectrum 1

Table 4. Hasil EDS bagian T1

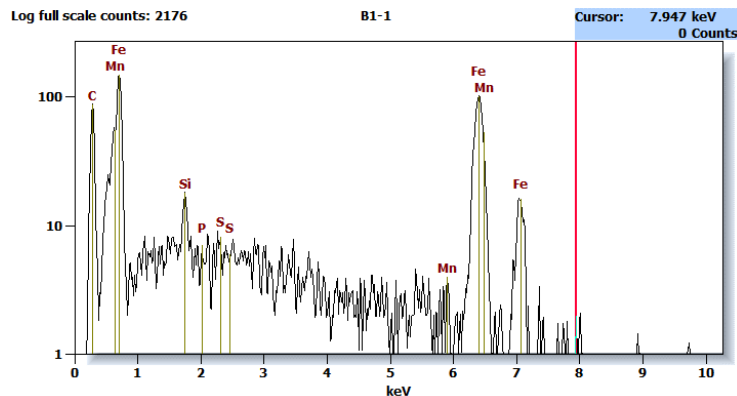
<i>Element</i>	<i>Net Counts</i>	<i>Int. Cps/nA</i>	<i>Weight %</i>	<i>Atom %</i>
<i>C</i>	726	20.167	16.22	46.83
<i>Si</i>	186	5.167	1.84	2.27
<i>P</i>	0	0.000	0.00	0.00
<i>S</i>	0	0.000	0.00	0.00
<i>Mn</i>	21	0.583	0.72	0.45
<i>Fe</i>	2069	57.472	81.23	50.45
<i>Total</i>			100.00	100.00

Pada hasil uji sem pada bagian T1 (bawah) pada cetakan pasir terlihat bahwa diagram menunjukkan bahwa nilai unsur paling tinggi adalah Fe karena bahan utamanya adalah besi, yaitu sebesar 81,23% *weight* dan 58,45% *atomic*. Sedangkan untuk unsur karbon (C) memiliki nilai 16,22% *wight* dan 46,83% *atomic*, unsur Si 1,18 % *weight* dan 2,27% *atomic* dan unsur Mn 0,72% *wight* dan 0,45% *atomic*.



Gambar 7. Hasil uji SEM Pada Bagian T2 (Tengah) pada cetakan pasir

Gambar 8 adalah hasil uji *EDS (Energy Dispersive Spectroscopy)* bagian T2 (Tengah)

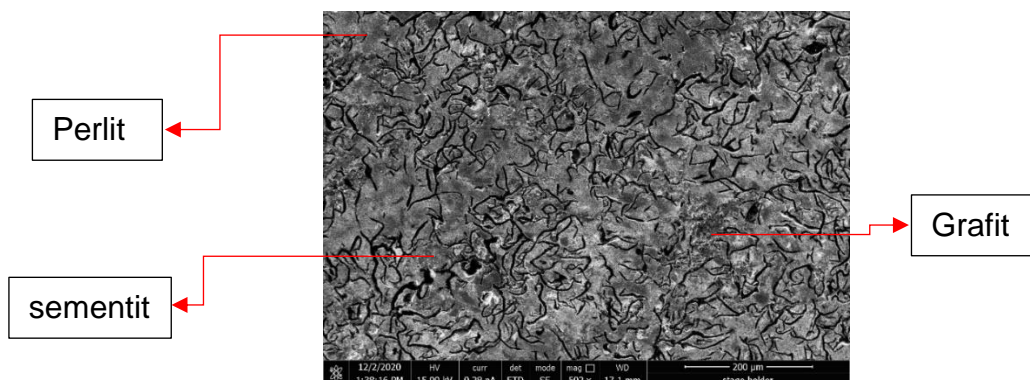


Gambar 8. Gambar Spektrum EDS T2 (Tengah)

Pada hasil uji sem pada bagian T2 (tengah) pada cetakan pasir terlihat bahwa diagram menunjukkan bahwa nilai unsur paling tinggi adalah Fe karena bahan utamanya adalah besi, yaitu sebesar 81,15% *weight* dan 50,61% *atomic*. Sedangkan untuk unsur karbon (C) memiliki nilai 16,15% *wight* dan 46,84% *atomic*, unsur Si 1,21% *weight* dan 1,5% *atomic* dan unsur Mn 1,26% *wight* dan 0,8% *atomic*.

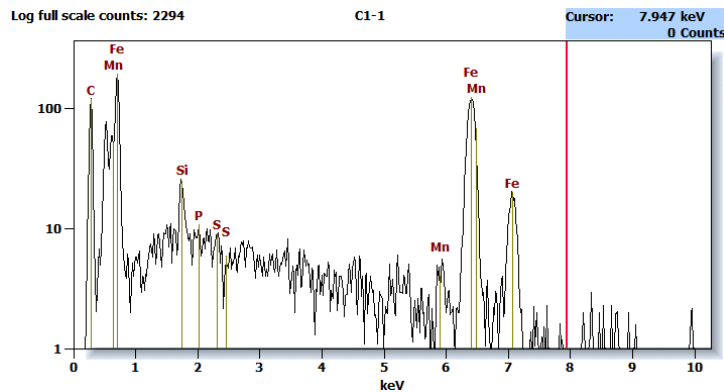
Table 5. Hasil EDS bagian T2

<i>Element</i>	<i>Net Counts</i>	<i>Int. Cps/nA</i>	<i>Weight %</i>	<i>Atom %</i>
<i>C</i>	580	16.111	16.15	46.84
<i>Si</i>	100	2.778	1.21	1.50
<i>P</i>	5	0.139	0.05	0.06
<i>S</i>	16	0.444	0.17	0.18
<i>Mn</i>	30	0.833	1.26	0.80
<i>Fe</i>	1712	47.556	81.15	50.61
<i>Total</i>			100.00	100.00



Gambar 9. Hasil uji SEM Pada Bagian T3 (Atas) pada catakan pasir

Gambar 10. adalah hasil uji *EDS (Energy Dispersive Spectroscopy)* bagian T3 (Atas)



Gambar 10. Gambar Spektrum EDS T3 (Atas)

Table 6. Hasil EDS bagian T3

<i>Element</i>	<i>Net Counts</i>	<i>Int. Cps/nA</i>	<i>Weight %</i>	<i>Atom %</i>
<i>C</i>	710	19.722	16.02	46.47
<i>Si</i>	163	4.528	1.61	2.00
<i>P</i>	2	0.056	0.02	0.02
<i>S</i>	32	0.889	0.27	0.29
<i>Mn</i>	58	1.611	2.02	1.28
<i>Fe</i>	2043	56.750	80.06	49.94
<i>Total</i>			100.00	100.00

Pada hasil uji sem pada bagian T3 (atas) pada cetakan pasir terlihat bahwa diagram menunjukkan bahwa nilai unsur paling tinggi adalah Fe karena bahan utamanya adalah besi, yaitu sebesar 80,06% *weight* dan 49,94% *atomic*. Sedangkan untuk unsur karbon (C) memiliki nilai 16,02 % *wight* dan 46,47 *atomic*, unsur Si 1,61 % *weight* dan 2 % *atomic* dan unsur Mn 2,02 % *wight* dan 1,28 % *atomic*.

3.2 Penurunan Temperatur Proses Pengecoran

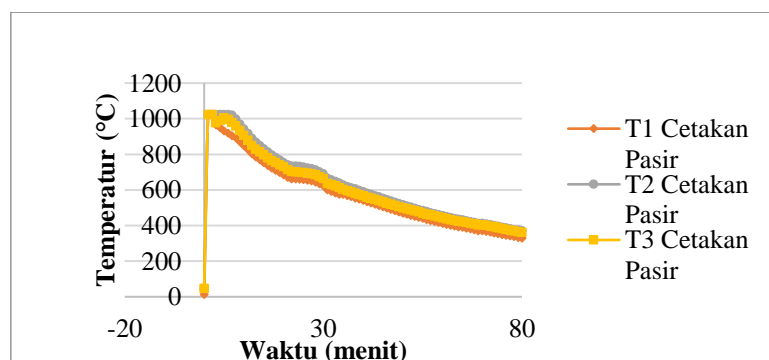
Berikut merupakan data penurunan temperatur cetakan pasir setiap 2 menit selama 80 menit.

Table 7. Data temperature cetakan pasir

Waktu (menit)	T1 (°C) (Bawah)	T2 (°C) (Tengah)	T3 (°C) (Atas)
2	1023,75	1023,75	1023,75
4	1023,75	989,75	949,25
6	1023,75	997,25	920,00
8	998,25	958,75	894,00
10	942,75	906,50	849,00
12	891,50	849,75	804,75
14	850,25	813,50	770,00
16	813,75	779,75	738,75
18	782,50	753,50	710,25
20	755,00	730,00	685,25

22	734,25	703,50	663,00
24	732,00	699,25	660,50
26	724,50	695,75	655,00
28	712,00	685,25	644,00
30	692,00	663,75	624,25
32	657,00	629,50	592,00
34	639,75	614,50	575,75
36	619,75	595,75	569,00
38	606,00	581,25	555,00
40	590,50	567,75	541,75
42	576,00	554,25	528,00
44	561,00	540,25	513,75
46	546,25	526,50	499,50
48	531,75	513,25	485,25
50	517,25	499,75	470,50
52	503,75	487,75	458,00
54	490,25	476,50	446,50
56	478,75	464,50	434,75
58	467,25	453,75	423,25
60	456,00	442,75	412,50
62	445,00	433,00	402,00
64	436,00	425,25	393,50
66	427,50	418,25	385,75
68	417,25	409,00	376,00
70	412,50	403,50	370,50
72	407,00	397,00	363,50
74	396,25	388,25	355,00
76	387,25	378,75	346,25
78	377,50	370,00	338,50
80	370,75	362,75	330,25

Pengukuran penurunan *temperature* dilakukan setiap 2 menit sekali dengan menggunakan termokopel dan data *logger* selama 80 menit. Pengukuran dilakukan dengan cara memasang ujung termokopel pada cetakan dan ujung satunya pada data *logger* sehingga ditampilkan hasil atau *temperature* pada layar data *logger*. Dari data hasil tabel diatas diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 11. Grafik T1,T2 dan T3 Cetakan Pasir

Hasil pengukuran penurunan temperatur setiap 2 menit sekali selama 80 menit. Temperatur tertinggi pada menit ke dua memiliki nilai masing-masing yaitu, T1 sebesar 1023,75 °C, T2 sebesar 1023,75 °C, T3 sebesar 1023,75 °C. Proses penurunan temperatur dihitung hingga 80 menit dengan temperatur masing-masing yaitu, T1 sebesar 370,75 °C tetap menjadi penurunan suhu yang tertinggi, T2 sebesar 362,75 °C , dan T3 sebesar 330,25 °C.

3.3 Simulasi Pengecoran dengan Cetakan Pasir

Proses simulasi pengecoran menggunakan *software SolidCast V-18* dengan menggunakan material besi cor nodular dan cetakan pasir.

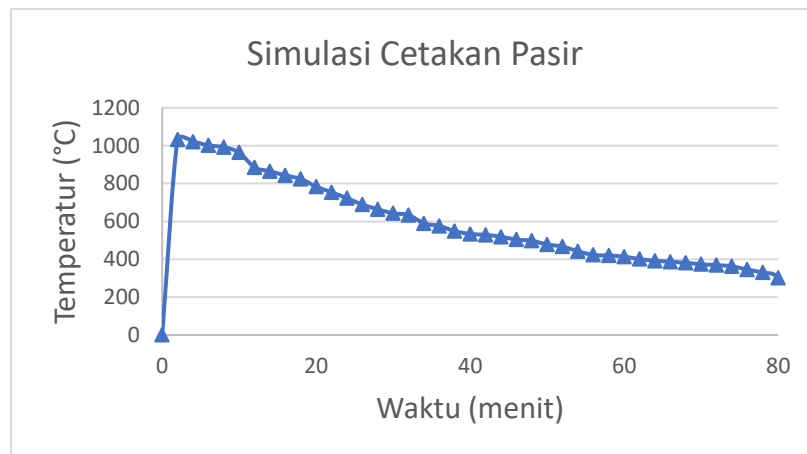
3.3.1 Data Hasil Simulasi Pengecoran

Simulasi menggunakan bahan FC25 dengan hasil simulasi pendinginan seperti pada Tabel 4.8 dan grafik pada Gambar 4.11.

Table 8. Hasil simulasi dengan *software SolidCast*

Waktu (menit)	Ts (°C) (Simulasi)
2	0
4	1032
6	1021
8	1002
10	992
12	964
14	885
16	865
18	843
20	824
22	784
24	754
26	723
28	689
30	664
32	643
34	634
36	590
38	576
40	549
42	534
44	529
46	519
48	504
50	498
52	478
54	467
56	442
58	423

60	420
62	414
64	401
66	392
68	387
70	381
72	374
74	369
76	363
78	345
80	330

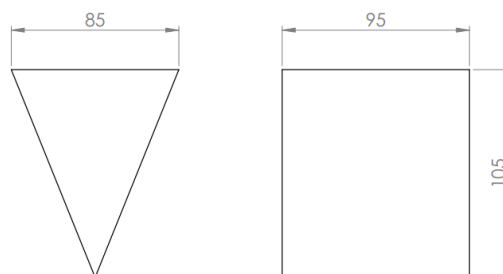


Gambar 12. Grafik hasil simulasi cetakan pasir

Hasil pengukuran penurunan temperatur setiap 2 menit sekali selama 80 menit. Temperatur tertinggi pada menit ke dua memiliki nilai T_s sebesar 1032 °C. Proses penurunan temperatur dihitung hingga 80 menit sehingga penurunan temperatur T_s menjadi 330 °C.

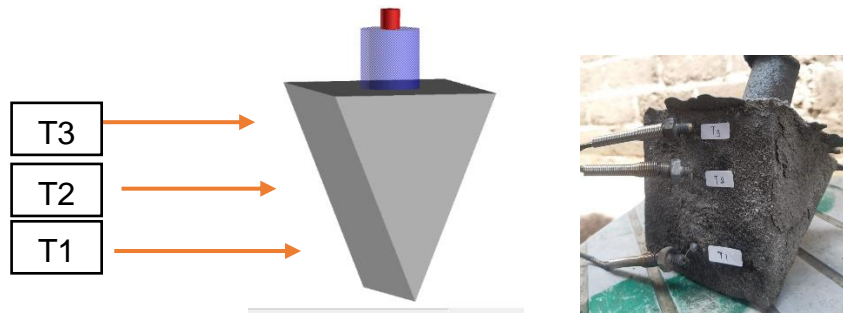
3.3.2 Visualisasi Hasil Simulasi Pengecoran

Pemodelan dengan gambar kerja seperti ditunjukkan pada gambar dengan visualisasi pada software SolidCast seperti pada gambar 13.



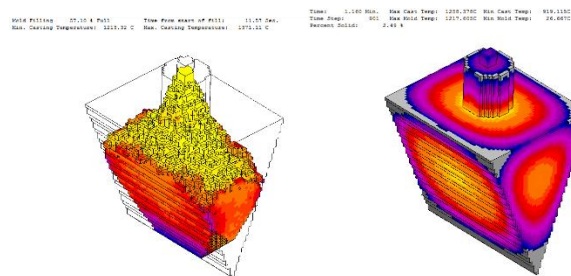
Gambar 13. Desain pemodelan pattern

Visualisasi pada software SolidCAST terlihat pada gambar 15. dengan komponen berupa *pattern*, *riser*, dan *filler*.



Gambar 14. Visualisasi pattern, riser, dan filler pada software SolidCAST

Visualisasi proses pendinginan dapat dilihat pada gambar dan hasil akhir proses pendinginan seperti pada gambar 15.



Gambar 15. Visualisasi proses casting dan pendinginan pada SolidCAST

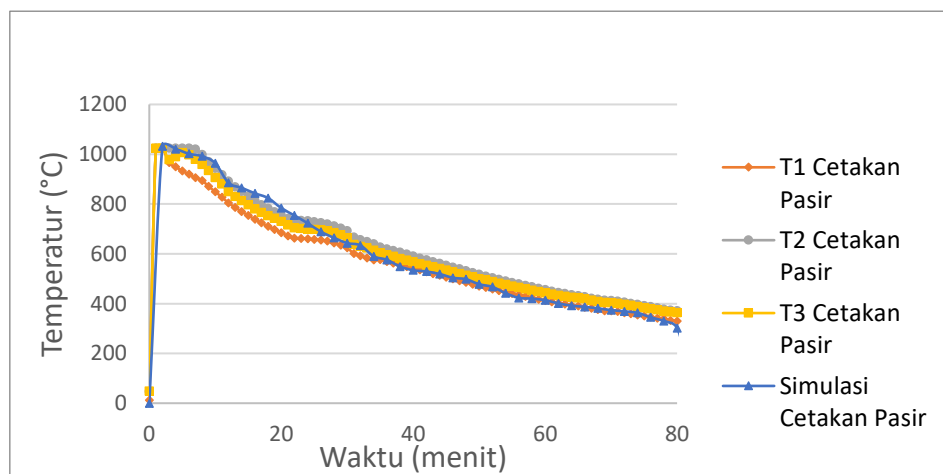
3.4 Perbandingan data hasil pengecoran dan simulasi

Simulasi menggunakan bahan besi cor nodular dengan property seperti pada tabel 9 dan hasil simulasi proses pendinginan material seperti ditunjukkan pada tabel dan berupa grafik seperti pada gambar 16.

Table 9. Perbandingan data hasil pengecoran simulasi dan eksperimen

Waktu (menit)	T1 (°C) (Bawah)	T2 (°C) (Tengah)	T3 (°C) (Atas)	Ts (°C) (Simulasi)
2	1023,75	1023,75	1023,75	1032
4	1023,75	989,75	949,25	1032
6	1023,75	997,25	920,00	1021
8	998,25	958,75	894,00	1002
10	942,75	906,50	849,00	992
12	891,50	849,75	804,75	964
14	850,25	813,50	770,00	885
16	813,75	779,75	738,75	865
18	782,50	753,50	710,25	843
20	755,00	730,00	685,25	824
22	734,25	703,50	663,00	784
24	732,00	699,25	660,50	754
26	724,50	695,75	655,00	723
28	712,00	685,25	644,00	689
30	692,00	663,75	624,25	664
32	657,00	629,50	592,00	643

34	639,75	614,50	575,75	634
36	619,75	595,75	569,00	590
38	606,00	581,25	555,00	576
40	590,50	567,75	541,75	549
42	576,00	554,25	528,00	534
44	561,00	540,25	513,75	529
46	546,25	526,50	499,50	519
48	531,75	513,25	485,25	504
50	517,25	499,75	470,50	498
52	503,75	487,75	458,00	478
54	490,25	476,50	446,50	467
56	478,75	464,50	434,75	442
58	467,25	453,75	423,25	423
60	456,00	442,75	412,50	420
62	445,00	433,00	402,00	414
64	436,00	425,25	393,50	401
66	427,50	418,25	385,75	392
68	417,25	409,00	376,00	387
70	412,50	403,50	370,50	381
72	407,00	397,00	363,50	374
74	396,25	388,25	355,00	369
76	387,25	378,75	346,25	363
78	377,50	370,00	338,50	345
80	370,75	362,75	330,25	330



Gambar 16. Grafik perbandingan data hasil pengecoran dan simulasi

Hasil pengukuran penurunan temperatur setiap 2 menit sekali selama 80 menit. Temperatur tertinggi pada menit ke dua memiliki nilai masing-masing yaitu, T1 sebesar 1023,75 °C, T2 sebesar 1023,75 °C, T3 sebesar 1023,75 °C, dan Ts sebesar 1371 °C. Proses penurunan temperatur dihitung hingga 80 menit dengan temperatur masing-masing yaitu, T1 sebesar 370,75 °C tetap menjadi penurunan suhu yang tertinggi, T2 sebesar 362,75 °C, T3 sebesar 330,25 °C, dan Ts sebesar 149 °C.

Table 10. Penurunan temperatur setiap 10 menit

Waktu (menit)	ΔT_1 (°C) (Bawah)	ΔT_2 (°C) (Tengah)	ΔT_3 (°C) (Atas)	ΔT_s (°C) (Simulasi)
10	81,0	117,3	174,8	40,0
20	187,8	176,5	163,8	168,0
40	164,5	162,3	143,5	275,0
50	73,3	68,0	71,3	51,0
60	61,3	57,0	58,0	78,0
70	43,5	39,3	42,0	39,0
80	41,8	40,8	40,3	51,0

4 PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Hasil Uji Komposisi Kimia Campuran Si Mn didapatkan 5 unsur paduan yang paling dominan yaitu Carbon (C) 4,4766%, Silikon (Si) >3,5723%, Mangan (Mn) 0,4422%, Crome (Cr) 0,8952% dan Besi (Fe) 90,24%. Unsur yang paduan yang paling besar adalah paduan Silikon (Si) >3,5723%. Silikon (Si) >3,5723%. Sedangkan pada Hasil Uji Komposisi Kimia Non Campuran Si Mn terdapat 5 unsur paduan yang paling dominan yaitu Carbon (C) 3,7854%, Silikon (Si) 2,0277%, Mangan (Mn) 0,4741%, Tembaga (Cu) 0,1146% dan Besi (Fe) 93,25%. Unsur yang paduan yang paling besar adalah paduan Carbon (C) 3,7854%. Carbon (C) 3,7854%.
2. Hasil uji kekerasan pada bagian atas sebesar 123,826 HV, bagian tengah sebesar 168,847 HV, dan bagian bawah sebesar 132,6 HV.
3. Pada hasil uji SEM pada bagian T1 (bawah) pada cetakan pasir nilai unsur Fe yaitu sebesar 81,23% weight dan 58,45% atomic, unsur karbon (C) memiliki nilai 16,22% wight dan 46,83% atomic, unsur Si 1,18 % weight dan 2,27% atomic dan unsur Mn 0,72% wight dan 0,45% atomic. Pada hasil uji SEM pada bagian T2 (tengah) nilai unsur Fe yaitu sebesar 81,15% weight dan 50,61% atomic, unsur karbon (C) memiliki nilai 16,15% wight dan 46,84% atomic, unsur Si 1,21% weight dan 1,5% atomic dan unsur Mn 1,26% wight dan 0,8% atomic. Pada hasil uji SEM pada bagian T3 (atas) pada cetakan pasir nilai unsur Fe, yaitu sebesar 80,06% weight dan 49,94% atomic, unsur karbon (C) memiliki nilai 16,02 % wight dan 46,47 atomic, unsur Si 1,61 % weight dan 2 % atomic dan unsur Mn 2,02 % wight dan 1,28 % atomic.
4. Temperatur tertinggi pada pengecoran memiliki nilai masing-masing yaitu, T1 sebesar 1023,75 °C, T2 sebesar 1023,75 °C, T3 sebesar 1023,75 °C, dan hasil simulasi Ts sebesar

1032 °C. Proses penurunan temperatur dihitung hingga 80 menit dengan temperatur masing-masing yaitu, T1 sebesar 370,75 °C tetap menjadi penurunan suhu yang tertinggi, T2 sebesar 362,75 °C ,T3 sebesar 330,25 °C dan hasil simulasi Ts sebesar 302 °C.

4.2 Saran

1. Melakukan variasi ukuran mesh saat simulasi, sehingga didapatkan efisiensi waktu saat melakukan simulasi.
2. Melakukan penelitian baik simulasi ataupun pengecoran dengan variasi material dan cetakan yang berbeda. Sehingga didapatkan hasil yang lebih bervariasi

DAFTAR PUSTAKA

- Logam Ceper. 2014. *Cetakan Pasir (Sand Moulding)*. Diakses pada 12 Maret 2021
- Priyono, Yohanes Danu Eko. 2019. Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Besi Cor Kelabu FC25. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma
- Shafi'i, Imam. 2017. Pengaruh Variasi Unsur Silikon Terhadap Ketangguhan Besi Cor Kelabu (Grey Cast Iron). Semarang: Universitas Negeri Semarang